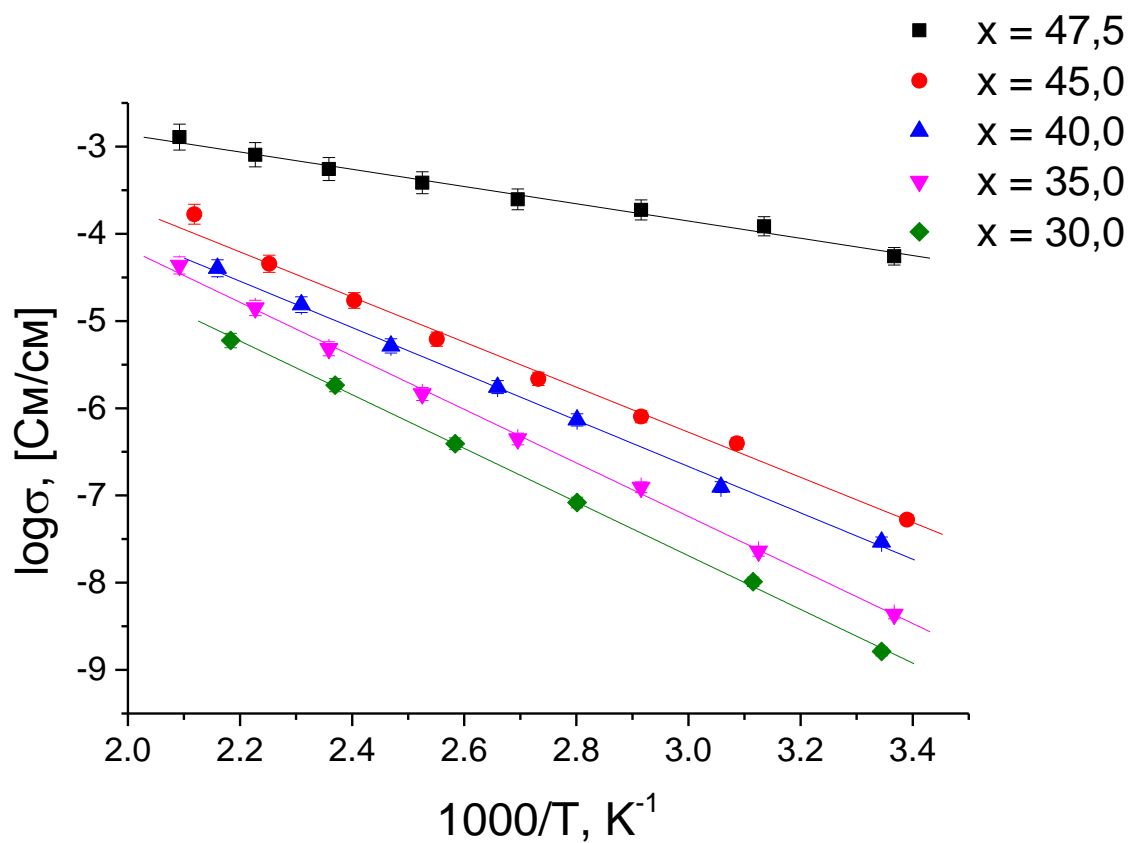


полностью твердотельной электрохимической ячейки, в которой в качестве катодного материала выступает стекло состава $30,0\text{Li}_2\text{O}-22,5\text{B}_2\text{O}_3-47,5\text{V}_2\text{O}_5$.



Температурные зависимости электропроводности стекол

Список использованных источников

1. McNulty D., Buckley D. N., O'Dwyer C. Synthesis and electrochemical properties of vanadium oxide materials and structures as Li-ion battery positive electrodes // Journal of Power Sources. 2014. Т. 267. С. 831-837.

УДК 665.656.2

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ИЗОМЕРИЗАЦИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

LOW TEMPERATURE ISOMERIZATION IS A MODERN ENERGY- EFFICIENT PROCESS

Терентьев А. Ф., Кирсанов Ю. Г.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, y.g.kirsanov@urfu.ru

Terentyev A. F., Kirsanov Yu. G.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрен процесс изомеризации легкой бензиновой фракции, позволяющий получать компонент товарного бензина с высокими экологическими характеристиками с более низкими энергетическими и эксплуатационными затратами. Рассмотрены физико-химические основы процесса низкотемпературной изомеризации. Дано обоснование технологической схемы процесса. Представлены итоговые результаты выполненных расчетов материального баланса технологических стадий.

Abstract: The paper considers the process of isomerization light gasoline fractions, providing commercial gasoline component with high environmental performance with lower energy and operating costs. Reviewed by physico-chemical bases of process of low temperature isomerization. The substantiation process flowsheet. Presents the final results of completed material balance calculation of process stages.

Ключевые слова: *низкотемпературная изомеризация; парафины; легкий бензин; катализатор; гидроочистка; изомеризат.*

Key words: *low temperature isomerization; paraffins; lightweight gasoline; hydrotreatment catalyst; isomerizat.*

Производству компонентов товарных автомобильных бензинов присущи высокие энергетические и эксплуатационные затраты и ужесточение их экологических характеристик. Улучшение экологических показателей бензинов достигается снижением содержания в них ароматических углеводородов, в том числе бензола, который является особенно токсичным компонентом, и серы. Самыми жесткими являются требования стандарта Евро-5, в требования которого входит минимизация содержания бензола до 1 % (масс.) и снижение содержания серы до 10 ppm.

Получаемые при первичной переработке нефти бензиновые фракции содержат значительное количество парафиновых углеводородов нормального строения с низким октановым числом и требуют дополнительного облагораживания.

Изомеризация легких бензиновых фракций – один из эффективных процессов, позволяющих получать компонент автомобильного бензина, соответствующий представленным выше характеристикам. В качестве сырья в процессе изомеризации используются низкооктановые компоненты нефти – фракции н. к. – 62 (85) °С и рафинаты процесса каталитического риформинга, содержащие в основном *n*-пентаны и *n*-гексаны.

Процесс изомеризации развивался по мере развития производства катализаторов. Различные типы катализаторов предназначены для работы в определенном интервале температур. В соответствии с этим разработаны и реализованы в промышленности три процесса изомеризации: высокотемпературная изомеризация (360-420 °С) на алюмоплатиновых фторированных катализаторах; среднетемпературная изомеризация (230-300 °С) на

цеолитных катализаторах; низкотемпературная изомеризация (100-200 °С) на оксиде алюминия, промотированном хлором и на сульфатированном оксиде циркония.

Реакции изомеризации парафинов обратимые, идут без изменения объема с небольшим экзотермическим эффектом. Повышение температуры смещает равновесие в сторону неразветвленных и малоразветвленных структур, а низкие температуры благоприятствуют образованию более разветвленных изомеров и получению изомеризата с более высокими октановыми числами. Однако при низкой температуре процесса выход изокомпонентов значительно ниже равновесного из-за низкой скорости реакции. Высокие температуры способствуют приближению к равновесному выходу в силу возрастания скорости реакции. Следовательно, при высоких температурах выход изопарафинов ограничивается термодинамическим равновесием, а при низких температурах – низкой скоростью реакции (кинетическое ограничение).

Процесс превращения сырья зависит от вида используемого катализатора. На бифункциональных катализаторах, обладающих дегидро-гидрирующей и кислотной активностями, реакции изомеризации идут как на металлических, так и на кислотных центрах. Лимитирующей является стадия, проходящая на кислотных центрах, в то время как реакции гидрирования и дегидрирования идут быстро. Поскольку активные металлические и кислотные центры в отсутствие водорода быстро отравляются в результате закоксовывания катализатора, то процесс проводится под повышенным давлением при циркуляции водородсодержащего газа.

Одним из наиболее эффективных процессов является низкотемпературная изомеризация на сульфатированном оксиде циркония – катализаторе СИ-2, разработанном ОАО «НПП Нефтехим». На его основе разработана и реализована в промышленной практике отечественная технология изомеризации легких бензиновых фракций «Изомалк-2». Преимущества катализатора СИ-2 определяют его каталитические свойства:

- низкая рабочая температура (120-140 °С) благоприятная для высокой глубины изомеризации парафиновых углеводородов C5-C6;
- высокая активность, позволяющая эксплуатировать катализатор при высокой объемной скорости от 2 до 4 час⁻¹, что позволяет сокращать затраты на его приобретение.

Кроме того, при использовании данного катализатора в технологическом процессе не требуется специальной глубокой очистки сырья, глубокой осушки сырья, подачи каких-либо хлорсодержащих.

Требования, предъявляемые к сырью и водороду, значительно менее жесткие по сравнению с хлорированными катализаторами. Потребление водорода на процесс благодаря высокой селективности минимально – 0,15-0,18 % масс. на сырье реакторного блока. Катализатор устойчив к проскакам азота и воды, технологические нарушения не приводят к безвозвратной потере

активности. Для него характерна высокая устойчивость к содержанию серы и бензола, который эффективно гидрируется на катализаторе. Кроме того, технология изомеризации на катализаторе СИ-2 делает экономически целесообразными варианты с рециклом низкооктановых изомеров и получением изомеризата с октановым числом до 89-91 пунктов (ИМ).

Катализатор СИ-2, в отличие от прочих катализаторов изомеризации, обладает повышенным сроком службы – 10–12 лет и также способен к регенерации (межрегенерационный период 4–5 лет), что позволяет снизить его потребление в процессе.

Нами был проработан вариант установки низкотемпературной изомеризации фракции н. к. – 85 °С проектной мощностью 800 тыс. т в год.

Установка низкотемпературной изомеризации состоит из двух секций: гидроочистки и изомеризации. Основное назначение секции гидроочистки – очистка фракции от сернистых, азотистых, кислород- и хлорсодержащих соединений, влаги и металлоорганических соединений. Секция изомеризации может быть реализована различными вариантами.

Для обеспечения производства максимального количества изомеризата принято решение – использование схемы с деизопентанизацией сырья и рециклом малоразветвленных гексанов (ДИП + ДИГ). Дооборудование схемы установки изомеризации колонной деизопентанизации сырья позволяет отбирать из сырья перед реакторным блоком товарный продукт – изопентановую фракцию, что снижает нагрузку на реакторный блок и повышает глубину изомеризации нормального пентана. Реализация рецикла малоразветвленных гексанов позволяет увеличить октановое число изокомпонента до 89-90 пунктов. Реакторный блок секции изомеризации представлен двумя реакторами Р-2А и Р-2Б.

Проведенные расчеты материальных балансов по технологическим стадиям гидроочистки, изомеризации и разделения показали, что выход изомеризата, который является целевым продуктом процесса, составляет 75,19 % (в том числе – изопентановая фракция 15,76 %), продуктовая изопентановая фракция – 11,85 %, бензол и сера отсутствуют. Качество изомеризата по содержанию бензола, серы соответствует нормам Евро-5.

УДК 669.04

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВОЙ ТИГЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

IMPROVED DESIGN OF GAS CRUCIBLE FURNACES FOR MELTING NONFERROUS METALS

Томилов Н. А., Гольцев В. А.